

Original document

SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE

Publication number: JP4170811

Publication date: 1992-06-18

Inventor: IGATA OSAMU; SATO YOSHIO; MIYASHITA TSUTOMU;
TAKAMATSU MITSUO; MATSUDA TAKASHI

Applicant: FUJITSU LTD

Classification:

- international: H03H9/05; H03H9/10; H03H9/05; (IPC1-7): H03H9/25

- european:

Application number: JP19900299472 19901105

Priority number(s): JP19900299472 19901105

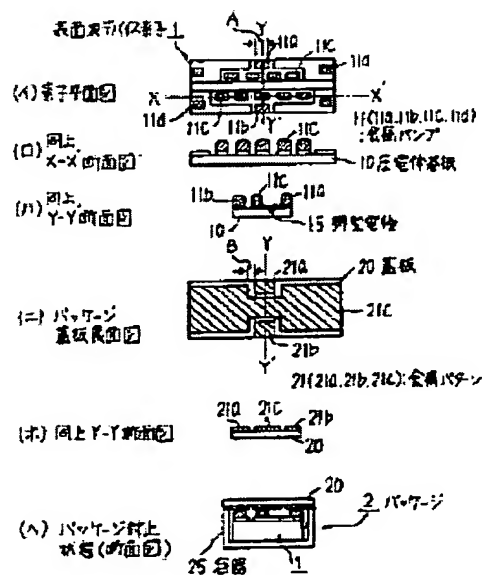
Also published as:

EP0485151 (A1)
US5281883 (A1)
EP0485151 (B1)
JP4170811T (T1)

[View INPADOC patent family](#)[Report a data error here](#)

Abstract of JP4170811

PURPOSE: To simplify the bonding structure in multi-electrode construction, and to attain the improvement of reliability and the miniaturization of a package by forming a metallic bump at the bonding pad part of a surface acoustic wave device element, and bringing the metallic bump into contact with the metallic pattern of the package. **CONSTITUTION:** The surface acoustic wave device element 1 constituted by arranging a comb line electrode 15 on a piezoelectric base board 10 is stored in the package 2 provided with the metallic pattern 21, and the metallic bump 11 is formed on the bonding pad part of the surface acoustic wave device element 1, and the metallic bump 11 is brought into contact directly with the metallic pattern 21 of the package 2. Thus, at the time of packaging, wire bonding need not be executed, and the packaging of the element is facilitated, and this is effective in the case like a multi-electrode constitution type device, and the reliability is improved. Besides, since it is needless to provide space for the wire bonding, the whole device can be miniaturized.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Description of corresponding document: EP0485151

The present invention relates to a surface-acoustic-wave device adapted for high frequencies, and particularly to a surface-acoustic-wave device that has preferred performance adapted for use in the field of land mobile radio telephone systems or portable radio telephone systems and can be manufactured by simplified bonding processes to improve reliability and is suitable for mass production.

A surface-acoustic-wave device, such as a surface-acoustic-wave filter, is a three-terminal or four-terminal-type element that has an electrode for input and output formed for instance of Al on a piezoelectric substrate having a large electromechanical coupling coefficient and a relatively small temperature/frequency coefficient, such as a 36 DEG Y-X LiTaO₃ monocrystalline substrate.

Several interdigital electrodes (also called comb electrodes) are provided, the teeth of which are fashioned so that the width (L) of the electrode strip, the spacing (S) between adjacent electrode strips and the pitch (P) of the electrode strips normally satisfy $L=S=\lambda/4$, $P=\lambda/2$, where λ is the wavelength of the surface wave. For example, in order to obtain a center frequency of 836 MHz, $\lambda=4.8 \mu\text{m}$ is derived from the acoustic velocity 4090 m/s of a surface wave propagating under the interdigital electrode on the substrate, and thus the pitch of the electrodes should be $2.4 \mu\text{m}$ and the width and spacing of the electrodes are set to $1.2 \mu\text{m}$.

Typical devices have one pair of comb electrodes for input and output opposing each other. However, in certain fields of use, such as in the field of mobile radio telephones, portable radio telephones and so forth, surface-acoustic-wave filters need a low amplitude attenuation (for example, less than or equal to 3 to 5 dB of insertion loss) and high suppression (for example, 24 to 25 dB of attenuation magnitude out of a pass band) in a wide range (for example, wider than or equal to 25 MHz of pass band at a center frequency higher than or equal to 836 MHz).

Various method have been proposed in order to satisfy the foregoing demands. As one of the typical methods, there is the surface-acoustic-wave filter having a multi-electrode construction (see M. Lewis, 1982 Ultrasonic Symposium proceedings, P.12, for example).

Fig. 1 shows the electrode pattern of a conventional surface-acoustic-wave device, which illustrates the surface-acoustic-wave filter with multi-electrode construction (in this example 5 inputs and 4 outputs). In the drawing, a device element 1 min has comb electrodes 15 constituting input and output electrodes arranged alternately on a 36 DEG Y-X LiTaO₃ monocrystalline piezoelectric substrate. The device element is thus of a multi-electrode construction having five stages at the input side and four stages at the output side. The signal side electrode terminals are connected respectively to an input terminal pad 11 min a and output terminal pad 11 min b which are, in turn, connected to external circuits. Although not illustrated, reflectors may be provided at both sides for improving the characteristics.

The reference numeral 11 min c denotes grounding electrode strip pads formed electrically independent of each other.

The reference numeral 111 min denotes a metal pattern for shielding formed surrounding the periphery of the element except for the input and output terminal pads 11 min a and 11 min b.

These comb electrodes, terminal pad and metal pattern and so forth, are typically formed simultaneously in photo-lithographic technology by deposition of the same metal, such as Al or Al-Cu alloy. It should be noted that the illustrated comb electrode is of a so-called normal type normal construction that has an equal overlapping length of comb electrode strips. Width and number of the electrode strips on the drawing should not be considered accurate and are schematic for simplification of the drawing.

Fig. 2 shows an example of the practical packaging of the conventional surface acoustic wave device. In the drawing, the reference numeral 1 min denotes the above-mentioned device element in multi-pole construction. The reference numeral 2 min denotes a package that comprises a ceramic-box-type container formed with a metallic wiring pattern 21 min on an intermediate step portion of the inner wall, for example (normally this metallic wiring pattern is formed in a pattern corresponding to that of the terminal pads of the device element 1 min, and is connected to a not shown external terminal of the package). In the practical installation of the element, after die-bonding the device element 1 min onto the bottom of the package 2 min, connection is established between the input terminal pad 11 min a and the output terminal pad 11 min b (including the grounding metal pattern 111 min for shielding if necessary) of the device element 1 min and the metallic wiring pattern 21 min by means of wires 7. Finally, the metallic lid plate 20 min is sealed and fitted to complete the surface acoustic wave device, such as the multi-electrode construction of the surface acoustic wave filter.

However, in the above-mentioned conventional surface-acoustic-wave device, a space for wire bonding is required in the package. Particularly, in the multi-electrode construction of the device, there are many terminal

pads and accordingly an increased number of wire bondings is required, which in turn requires more space. Furthermore, to provide an enhancement of the working frequency range of the device to be used, the size of the comb electrodes and the terminal pads becomes smaller, making connection by wire bonding more difficult. It is also difficult to check the quality of bonding. Furthermore, problems in miniaturization of the surface-acoustic-wave device are encountered due to the large size of the package in proportion to the size of the device element. It is desirable to solve such problems.

The above-mentioned problem can be solved according to the invention by surface-acoustic-wave device housing a surface-acoustic-wave device element which includes an electrode formed on a piezoelectric substrate and is mounted in a package, the surface acoustic wave device comprising a metal bump formed on a bonding pad section of the surface-acoustic-wave device element, and contact-connected with a metal pattern of the package. Practically, the metal pattern may be formed on a lid plate or bottom plate of the package. A plurality of metal bumps for grounding may be contact-connected with the metal pattern. Also, a continuous raised grounding pattern may be formed along the periphery of the surface of the surface-acoustic-wave device element, on which the electrode is arranged. Alternatively, the surface-acoustic-wave device element formed of the grounding bump pattern may be contact-connected with the metal pattern, and the whole element may be coated with a resin. Furthermore, a recess or projection for positioning of the surface-acoustic-wave device element may be provided on the metal pattern.

The invention is also directed to methods of making such a device, including lift-off methods where a resist pattern complementary to the bumps is formed on the piezoelectric substrate, deposition of one or more metal layers takes place and the resist is then lifted off, leaving the desired pattern of bumps.

In another aspect of the invention a method is provided for producing a surface-acoustic-wave device, comprising the steps of: forming a system of metal contact bumps on a piezoelectric substrate, forming corresponding metal patterns on a package for the substrate, and aligning and assembling the substrate to the package by checking the electrical connection between signal lines and a ground line.

According to the present invention, since the metal bump is provided on the terminal pad of the surface acoustic wave device element, it is not necessary to perform wire bonding at packaging thus facilitating installation of the element. Particularly, this is effective for the multi-electrode construction type and can provide a higher reliability.

Also, since it is not necessary to provide a space for wire bonding in the package 2, the device can be made compact. Furthermore, it is simple to perform testing of the connection of the signal lines and grounding lines by means of a tester, and isolation between an input and an output can be improved by providing the grounding metal pattern.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a view illustrating an electrode pattern in a conventional surface acoustic wave device;
 Fig. 2 is a plan view (Fig. 2(A)) and a Y-Y direction cross sectional view (Fig. 2(B)) of the conventional surface acoustic wave device element;
 Figs. 3(A) to (F) illustrate views of a surface acoustic wave device in accordance with the present invention, that is, a plan view (Fig. 3(A)), an X-X min direction cross sectional view (Fig. 3(B)), a Y-Y min direction cross sectional view (Fig. 3(C)), a back view of a package lid plate (Fig. 3(D)), a Y-Y min direction cross sectional view in Fig. 3(D) (Fig. 3(E)), and a cross sectional view showing a sealing state of the package (Fig. 3(F));
 Fig. 4 shows a pass band characteristics of an embodiment of the invention;
 Fig. 5 shows a pass band characteristics of a filter in the conventional surface acoustic wave device;
 Fig. 6 is an illustration showing the second embodiment of the invention;
 Fig. 7 is an illustration showing the third embodiment of the invention;
 Fig. 8 is an illustration showing the fourth embodiment of the invention;
 Fig. 9 is an illustration showing the fifth embodiment of the invention;
 Fig. 10 is an illustration showing the sixth embodiment of the invention;
 Fig. 11 is an illustration of the seventh embodiment of the invention;
 Fig. 12 is an illustration showing example of a method of forming a bump in the invention;
 Fig. 13 is a DELTA f vs. temperature characteristic curve in the case of contact connection and fixed connection to LiTaO₃ monocrystalline substrate;
 Fig. 14 is an insertion loss vs. time curve of an aging test in 800 MHz band pass filter; and

Fig. 15 is an outlined cross sectional view showing contact resistance of a SAW of the invention.

[Embodiment]

Fig. 3 shows the first embodiment of the present invention, in (A) to (F) of this figure, a surface acoustic wave device chip, a package and packaging are schematically shown in order.

In the plan view of Fig. 3(A), the reference numerals 11a and 11b denote metal bumps provided on an input and output terminal pad. The reference numerals 11c and 11d denote metal bumps provided on a grounding terminal pad and a grounding pattern. The metal bumps are respectively formed of Au, for example. Figs. 3(B) and 3(C) are X-X min and Y-Y min and are cross sections of the element shown in Fig. 3(A). The reference numeral 15 denotes a comb electrode forming the propagation path of an surface acoustic wave. Fig. 3(D) shows an example of back side view of a lid plate. The reference numeral 20 denotes a ceramic plate formed with input and output metal patterns 21a and 21b and a grounding metal pattern 21c formed of Au layer, for example. The Y - Y min cross section of the lid plate is shown in Fig. 3 (E). Fig. 3 (F) is a cross section of the package in the enclosed condition, in which the surface wave device 1 is die bonded on the bottom of a ceramic box shaped container 25. Each of the metal bumps 11 on the surface wave device 1 is made in contact with each metal pattern 21 of the lid plate 20 and interconnected therewith by depressing. Simultaneously, the periphery of the lid plate 20 and the upper edge of the package 2 is bonded with a metal or resin (not shown) for completing a packaging of the element (not shown in the figure). In this case, the upper part of the comb (propagation area) 15 of the surface acoustic wave is spaced from the lid plate 20 by a distance equal to the height of a bump, thus producing no deterioration of performance. It should be noted that, for simplification of the drawing, external connection terminals are omitted from the illustration. As can be appreciated from the figures, the connection of the element can be significantly simplified and is made compact. Also, because of no possibility of wire breakage, it may hold increased yield and reliability. It should be noted that although the foregoing discussion is given for the process in which the lid plate 20 is connected with the metal bump 11 after die bonding the surface acoustic wave device 1 onto the bottom of the container 25, it is, of course, a possible alternative that the element and the lid plate via the metal bump 11 are initially connected, and subsequently the container 25 is sealed and enclosed.

Fig. 4 shows the pass band characteristics of an embodiment of the invention, and Fig. 5 shows the pass band characteristics of the conventional surface acoustic wave filter, which are shown for comparison with respect to the case where the identical design of the elements of 7 inputs - 6 outputs are used. There can be seen no noticeable difference. This demonstrates a remarkable advantage to be obtained by implementation of the element and the package according to the present invention, without causing any drawbacks.

When the intervals (B) between the metal patterns 21a, 21b of the signal line and the metal pattern 21c are made smaller than the width (A) of the metal bumps 11a, 11b, precise positioning of the metal bumps and the metal patterns of the package by checking conduction between the metal patterns 21a, 21b for signal lines and the grounding metal pattern 21c is possible.

Fig. 6 shows a second embodiment of the present invention, which is shown clearly with (partially sectioned) an assembling perspective view of the device.

In Fig. 6, reference numeral 20 min denotes a lid plate made of a metal, 23 a frame made of ceramic, 21 min a metal pattern formed on an upper end face of the ceramic frame 23, 22 a bottom plate made of ceramic, and 24 a connection terminal to an external circuit. It should be equivalent in parts those discussed with respect to the preceding figures and will be represented by the same reference numerals and a discussion of the equivalent parts will be omitted. The shown embodiment is an example of how to connect the surface acoustic wave device element 1 to the bottom plate 22 via the metal bump 11, the principle and effect of which is similar to those of the foregoing first embodiment.

Fig. 7 shows a third embodiment of the present invention, which is illustrated clearly by the (partially sectioned) assembling perspective view similar to the former figure.

In the figure, the reference numeral 20 sec denotes a cap made of a metal, for example. The reference numeral 222 denotes a bonding material of metal or resin for sealing and bonding the cap 20 sec and the bottom plate 22. This embodiment is essentially similar in construction to the foregoing second embodiment and can be selectively used therewith depending upon the way of use.

Fig. 8 shows the fourth embodiment of the present invention. In this figure Fig. 8 (A) shows a plan view of the element, and 8 (B) shows a cross section of the device. In the drawing, the portion enclosed by the broken line represents a propagation path region of the surface acoustic wave formed by the comb electrode 15. The reference numeral 111 denotes a grounding bump pattern, formed with line-shaped bulged portions of Au and so forth and extending along the peripheral portion of the element except for the portion of the metal bumps 11a and 11b.

By providing the grounding bump pattern 111, the shielding ability of the element can be enhanced. Accordingly, when the surface-wave device 1 is connected to the bottom plate 22 provided with the metal pattern 21 (similarly for the lid plate) through the metal bump 11 and the grounding bump pattern 111, resin will not enter the inside of the element even when the outer surrounding is coated by an outer resin layer 3. Also, the characteristics will not be adversely affected even when the cap of metal and so forth is not provided. A metal layer may be formed on the surface-acoustic-wave device at the side opposite the operational surface for providing a further enhanced shielding effect.

Fig. 9 shows the fifth embodiment of the present invention. In this figure, 9 (A) and 9 (B) show modifications of the metal pattern 21c on the lid plate (or bottom plate) of the package shown in Fig. 3. In either case, the grounding metal patterns 21c are separated into input side and output side. This is effective to use when better isolation between the input and output is desired.

Fig. 10 shows the sixth embodiment of the present invention. In the figure, 200 denotes a recess of 10 to 20 μm in depth, formed in the metal pattern 21 of the bottom plate (or lid plate 20). This recess 200 may be formed solely in the metal pattern 21, or as an alternative may be formed in the ceramic substrate per se located therebelow. Figs. 10 (A and B) show the recess 200 formed corresponding to the metal bumps 11 of the surface-wave element 1. On the other hand, Figs. 10 (C and D) show an elongated recess 200 used for the grounding metal bump. In either case, since the metal bumps engage with the recess 200, it facilitates the positioning of the element and thus make it stable.

Fig. 11 (A) shows the seventh embodiment of the present invention. Contrary to the foregoing sixth embodiment, projections 201 of a height of about 20 μm , for example, are provided on the metal pattern 21. Similar to the recess 200, the projection 201 can be formed solely with the metal pattern 21. It is of course possible to form the projection with the ceramic substrate per se located below the metal pattern. The effect is essentially equivalent to that of the case where the recess 200 of the sixth embodiment is formed. Fig. 11(B) shows a modification.

A practical example of the formation of the metal bump 11 as set forth above will be discussed hereinafter with reference to the drawings.

Fig. 12 shows an example of a process for forming a bump in accordance with the invention, in which the principal steps are illustrated in order.

Step (1): On the piezoelectric substrate 10 made of 36 DEG Y-X LiTaO₃ monocrystal, a layer, such as a 200 to 300nm-thick Al-Cu layer, is formed thereon by deposition. With known photo-lithographic technology, the surface acoustic wave propagation path of multi-electrode construction with the alternately arranged input and output electrodes forming comb electrodes 15, such as 5-stage input side and 4-stage output side, and the input terminal pad 11 min a and the output terminal pad 11 min b connected to respective signal side electrode strips are formed.

Step (2): For the substrate processed as set forth above, a thick resist pattern layer 4 of 30 to 40 μm thick is formed for the area excluding the portion to form the metal bump (for example 100 to 200 μm "). (See Japanese Patent Application No. 62-244271 and Japanese Patent Application No. 62-248059).

Step (3): For the substrate process as set forth above, an under coat layer 5 for promoting bonding, such as about 25 nm thick of TaMo layer, is deposited, and a metal layer 6, such as about 50 nm of Au, is deposited as a plated undercoat layer thereon.

Step (4): On the metal layer 6 of the substrate processed as set forth above, 30 to 40 μm thick of Au layer is formed by electroplating, for example.

Step (5): By processing the substrate formed as set forth above with a solvent such as acetone to remove the thick resist pattern layer 4, the metal bump 11 as shown and for use in the present invention can be formed.

The foregoing embodiments shows mere examples, it is needless to say that as long as it is consistent with the principle of the invention, any appropriate material, construction and production process or the combination thereof can be used for implementing the invention.

As set forth, according to the present invention, since the metal bump 11 is formed on the terminal pad of the surface device element 1, it becomes unnecessary to perform wire bonding upon packaging and thus facilitates installation. Particularly, this is effective for the multi-electrode construction type and can provide higher reliability. Also, since it is not necessary to provide a space for wire bonding in the package 2, the device can be made compact. Furthermore, it is simple to perform testing of the connection of the signal lines and grounding lines by means of a tester, and can improve isolation between input and output by providing the grounding metal pattern 21c. Therefore, the invention contributes to making the surface acoustic wave device compact and improving quality and reliability.

Figure 13 is a frequency shift vs. temperature characteristic curve. A frequency shift $\Delta f = f_T - f_{30\text{ DEG C}}$ is shown in the case of a contact connection and fixed connection caused by a connection of LiTaO₃ monocrystalline substrate with a bump.

Figure 14 is an insertion loss vs. time characteristic curve of an aging test in a 800 MHz band-pass filter.

Figure 15 is an outlined cross-sectional view showing a means for reducing contact resistance of surface-acoustic-wave devices in accordance with the present invention.

In Fig. 15, a lid 34 is mounted to a housing in which nitrogen gas is sealed into the surface acoustic wave device 30 via a molding material 32 by means of Au-Sn sealed member 36 and a bump 38 at the bottom end of the package is contact-connected with an electrode 40.

In this case, the contact resistance between the bump 38 and the electrode 40 is nearly equal to zero in the case of high frequency. Because contact between the electrode and the bump is maintained by virtue of an appropriate pressure of the molding member 32 or the lid 34, even if a thin insulating layer of a depth of up to 0.1 μm at the contacting surface 44 is formed, the electrostatic capacity is more than 10 pF, so in the case of a high frequency of 1GHz, impedance is no longer affected.

A suitable load might be 200 to 500 gram weight. From experiment, it has been determined that a force of less than 200 gr. weight provides a low reliability and a contact of more than 500 gr. weight leads to destruction of a bump. Durability per bump amounts to several grams weight.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Claims of corresponding document: **EP0485151**

1. A surface-acoustic-wave device in which a surface-acoustic-wave device element (1) arranged with interdigital electrodes (15) on a piezoelectric substrate (10) is packaged in a package (2) provided with a metal pattern, characterised in that at least one metal bump (11) is formed on a bonding pad section of the surface-wave device element and the or each metal bump (11) is contact-connected with the said metal pattern (21) of the package.
2. A device according to claim 1, wherein the metal bumps (11) are contact-connected with the piezoelectric substrate (10).
3. A device according to claim 1 or 2, wherein the metal bumps are made of solder and are provided at a location different from the path (15) of a surface acoustic wave propagating in the surface-acoustic-wave device.
4. A device according to claim 1, 2 or 3, wherein the metal pattern (21) is provided on a lid plate (20) or a bottom plate (22) of the package (2).
5. A device according to claim 1, 2 or 3, wherein a plurality of metal bumps for grounding (11c) are contact-connected with the metal pattern (21).
6. A device according to any of claims 1 to 4, wherein a bump pattern (111) for grounding is formed along the periphery of the surface on which the electrodes of the surface-acoustic-wave device element are arranged (Fig. 8).

7. A device according to claim 6, wherein the surface-acoustic-wave device element (1) formed on the bump pattern (111) for grounding is contact-connected with said metal pattern and a resin is coated over the surface-acoustic-wave device element.

8. A device according to any of claims 1 to 7, wherein a recess (200) or a projection (201) for positioning the surface-acoustic-wave device element is provided on the metal pattern (21).

9. A device according to any preceding claim, wherein the distance B between the metal patterns for signal lines and the metal pattern for grounding is smaller than the widths A of the metal bumps (11) for signal lines of the surface-acoustic-wave element.

10. A method for making a surface-acoustic-wave device in which a surface-acoustic-wave device element (1) is arranged with interdigital electrodes (15) on a piezoelectric substrate (10), comprising the steps of:
forming an Al-Cu layer (11) on the substrate (10);
forming a resist pattern layer (4) 30 to 40 μm thick for the area in which metal bumps are not to be formed;
depositing an undercoat layer (5) for promoting bonding and depositing a first metal layer (6) as a plated undercoat layer thereon;
forming a second metal layer (11) by electroplating on the first metal layer (6); and
processing the substrate (10) with a solvent to remove the resist pattern layer (14) and to form metal bumps (11a, 11b, 11c).

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A) 平4-170811

⑤ Int. Cl.⁵

H 03 H 9/25

識別記号

A

庁内整理番号

7259-5 J

④ 公開 平成4年(1992)6月18日

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全8頁)

④ 発明の名称 弾性表面波デバイス

② 特 願 平2-299472

② 出 願 平2(1990)11月5日

⑦ 発 明 者 伊 形 理 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑦ 発 明 者 佐 藤 良 夫 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑦ 発 明 者 宮 下 勉 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑦ 発 明 者 高 松 光 夫 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑦ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑦ 代 理 人 弁 理 士 井 桁 貞 一
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

弾性表面波デバイス

2. 特許請求の範囲

(1) 圧電体基板(10)上に楕型電極(15)を配設した表面波デバイス素子(1)を金属パターン(21)を設けたパッケージ(2)に収納してなる弾性表面波デバイスにおいて、

前記表面波デバイス素子(1)のボンディングパッド部に金属バンブ(11)を形成し、

前記パッケージ(2)の金属パターン(21)に前記金属バンブ(11)を接触接続させることを特徴とした弾性表面波デバイス。

(2) 前記金属パターン(21)が前記パッケージ(2)の蓋板(20)あるいは底板(22)に設けられることを特徴とした請求項(1)記載の弾性表面波デバイス。

(3) 前記金属パターン(21)に複数の接地用の前記金属バンブ(11)が接触接続されることを特徴とした請求項(1)または(2)記載の弾性表面波デバイス。

(4) 前記表面波デバイス素子(1)の電極配設面周縁部に接地用バンブパターン(111)を形成したことを特徴とする請求項(1)～(3)記載の弾性表面波デバイス。

(5) 前記接地用バンブパターン(111)を形成した請求項(4)記載の表面波デバイス素子(1)を前記金属パターン(21)に接触接続させ、素子全体を樹脂被覆することを特徴とした弾性表面波デバイス。

(6) 前記金属パターン(21)に前記表面波デバイス素子(1)の位置指定用の凹部(200)または凸部(201)を設けることを特徴とした請求項(1)～(5)記載の弾性表面波デバイス。

(7) 前記信号線用金属パターン(21a, 21a)と接地用金属パターン(21c)との間隔(B)が素子の信号線用金属バンブ(11a, 11b)の巾(A)よりも小さくしたことを特徴とする請求項(1)記載の弾性表面波デバイス。

3. 発明の詳細な説明

〔概要〕

弾性表面波デバイスに関し、

弾性表面波デバイス、とくに、多電極構成の弾性表面波フィルタのボンディング構造を簡略にして信頼性の向上とパッケージの小型化を行うことを目的とし、

圧電体基板上に櫛型電極を配設した表面波デバイス素子を金属パターンを設けたパッケージに収納してなる弾性表面波デバイスにおいて、前記表面波デバイス素子のボンディングパッド部に金属パンプを形成し、前記パッケージの金属パターンに前記金属パンプを接触接続させて弾性表面波デバイスを構成する。

〔産業上の利用分野〕

本発明は弾性表面波デバイス、とくに、多電極構成の弾性表面波デバイスの素子構成とパッケージングの改良に関する。

低損失（たとえば、挿入損失：3～5 dB以下）、広帯域（たとえば、中心周波数：836MHz 以上で通過帯域巾：25MHz以上）で抑圧度の優れた（たとえば帯域外減衰量：24～25dB）弾性表面波フィルタが要求されるようになっている。

このような性能を満たすために種々の方法が提案されているが、その代表的なものに多電極構成の弾性表面波フィルタがある（たとえば、M. Lewis, 1982 Ultrasonics Symposium Proceedings, P12 参照）。

第11図は従来の弾性表面波デバイス素子の電極パターン例を示す図で、多電極構成の弾性表面波フィルタ（5入力－4出力の例）の場合である。図中、1' はデバイス素子で、たとえば、36° Y－X LiTaO₃ 単結晶からなる圧電体基板10の上に櫛型電極15からなる入出力電極を交互に配列して多電極構成、たとえば、入力側が5段、出力側が4段に構成され、各信号側電極指を接続してそれぞれ入力端子パッド11'aおよび出力端子パッド11'bによって外部回路に接続される。なお、図では示して

（従来の技術）

弾性表面波デバイス、たとえば、弾性表面波フィルタは、電気－機械結合係数が大きく、しかも周波数の温度係数が比較的小さい圧電体基板、たとえば、36° 回転Y カット－X 伝播 LiTaO₃ (36° Y－X LiTaO₃) 単結晶基板の上に、Al などからなる入力用および出力用の櫛型電極を設けた3端子あるいは4端子型素子である。

櫛型電極（すだれ状電極とも呼ばれる）の櫛歯、すなわち、電極指の巾(L)、電極指間のスペース(S)、電極指間ピッチ(P)は表面波の波長を λ とすると、通常、 $L = S = \lambda/4$, $P = \lambda/2$ といった設計値のことが多い。たとえば、中心周波数836 MHzを得るためには、前記基板のX伝播表面波の音速4090m/sから $\lambda = 4.8 \mu\text{m}$ が算出され、電極ピッチは $2.4 \mu\text{m}$ 、電極巾および電極間隔は $1.2 \mu\text{m}$ といった値となる。

通常、入力用および出力用の櫛型電極の一組を対面させた構成のことが多いが、用途によって、たとえば、自動車電話や携帯電話などの分野では

ないが必要により両側に反射器を設けて特性の改善を図る場合もある。

11'cは櫛型電極15の接地側電極端子パッドであり、それぞれ電気的に独立して形成されている。

111'は入出力端子パッド11'aおよび11'bを除く素子周縁部を取り囲んで形成されたリング状のシールド用の金属パターンである。

これら櫛型電極、端子パッドおよび金属パターンなどは、通常、全て同一の金属、たとえば、AlあるいはAl-Cu合金を蒸着しホトリソグラフィ技術により同時形成される。なお、入出力電極は櫛歯電極指の交差長が等しい、いわゆる、正規型－正規型構成の場合を示し、電極指の巾や本数は図面の簡略化のため正確なものではなく模式的に示してある。

第12図は従来の弾性表面波デバイスの実装状態の例を示す図で、図中、1'は前記の多電極構成のデバイス素子である。2'はパッケージで、たとえば、セラミック製の箱型容器で内壁中間部に金属配線パターン21'が形成されている（通常、この

金属配線パターンはデバイス素子1'の端子パッドに対応して設けられ、図示していないパッケージの外部端子と接続されている)。実際の素子実装にあたってはデバイス素子1'をパッケージ2'の底部にダイボンディングしたあと、図示したようにデバイス素子1'の入力端子パッド11'aおよび出力端子パッド11'b(必要によりシールド用の接地金属パターン111'を含む)とパッケージ2'の金属配線パターン21'との間をワイヤ7により接続し、最後に上面に、たとえば金属性の蓋板20'を封着して弾性表面波デバイス、たとえば、多電極構成型の弾性表面波フィルタが構成されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、上記従来の弾性表面波デバイスではパッケージにワイヤボンディングのスペースを設けなければならない。とくに、多電極構成型のデバイスでは端子パッドが多くそれに伴ってワイヤボンディングの数が多くなり、必要とするスペースが益々大きくなってくる。さらに、デバイスの使

り、前記金属パターン21に複数の接地用の前記金属パンプ11が接触接続されるようにしたり、前記表面波デバイス素子1の電極配設面周縁部に接地用パンプパターン111を形成したり、また、前記接地用パンプパターン111を形成した表面波デバイス素子1を前記金属パターン21に接触接続させ素子全体を樹脂被覆した弾性表面波デバイスにより解決できる。さらに、前記金属パターン21に前記表面波デバイス素子1の位置指定用の凹部200または凸部201を設ければより一層効果的に解決することができる。

〔作用〕

本発明によれば、表面波デバイス素子1の端子パッドに金属パンプ11を設けてあるので、パッケージに際してワイヤボンディングをする必要がなく素子実装が容易になる。とくに、多電極構成型のような場合には有効で、かつ、信頼性が向上する。また、パッケージ2にワイヤボンディング用のスペースを設ける必要がないのでデバイス

用周波数帯が高くなるにしたがい、楕型電極や端子パッドの大きさが小さくなってボンディング自体が困難になると共にボンディングの良否のチェックも難しくなってくるばかりでなく、デバイス素子の大きさに比較してパッケージの大きさの占める比率が大きくなって弾性表面波デバイスの小型化を阻害するなどの問題を生じておりその解決が必要であった。

〔課題を解決するための手段〕

上記の課題は、圧電体基板10上に楕型電極15を配設した表面波デバイス素子1を金属パターン21を設けたパッケージ2に収納してなる弾性表面波デバイスにおいて、前記表面波デバイス素子1のボンディングパッド部に金属パンプ11を形成し、前記パッケージ2の金属パターン21に前記金属パンプ11を接触接続させるように構成した弾性表面波デバイスによって解決することができる。具体的には、前記金属パターン21が前記パッケージ2の蓋板20あるいは底板22に設けられるようにした

全体が小型化できる。さらに、信号線と接地線の接続の良否がテストなどで簡単にチェックでき、接地用の金属パターン21cを設けることにより入出力間のアイソレーションの改善も可能となる。

〔実施例〕

第1図は本発明の第1実施例を示す図で、同図(イ)～(ハ)に表面波デバイスチップ、パッケージおよびパッケージングの概要を順を追って図示してある。

同図(イ)の素子平面図で11a, 11bは入出力用の端子パッドに設けられた金属パンプ、11c, 11dは接地用端子パッドおよび接地パターンに設けられた金属パンプで、たとえば、いずれもAuから形成されている。同図(ロ)および同図(ハ)は同図(イ)に示した素子のX-X'断面図およびY-Y'断面図で、15に示したのは楕型電極で弾性表面波の伝播路を形成している。同図(ニ)はパッケージの蓋板の裏面図の例で、20は、たとえば、セラミック製の板で裏面に入出力用の金属パターン21a,

21b および接地用の金属パターン21c が、たとえば、Auからなる膜により形成されている。そのY-Y' 断面図を同図(ホ)に示した。同図(ヘ)はパッケージ封止状態をその断面図で示したもので、たとえば、セラミック製の箱型の容器25の底面に上記の表面波デバイス素子1をダイボンディングし、表面波デバイス素子1の各金属パンプ11と蓋板20の各金属パターン21を接触させ、たとえば、加熱・押圧して接続させると同時に蓋板20の周縁部とパターン2の上部の縁を金属あるいは樹脂により接着して(図示せず)素子の実装を完了する。なお、図面の簡略化のためパッケージ外への引き出し端子の図示は省略してある。図からわかるように、素子の接続は極めて簡素化され、かつ、小型化されることがわかる。また、ワイヤ切れなどの心配がなく歩留り・信頼性が向上する。なお、以上の説明では表面波デバイス素子1を容器25の底面にダイボンディングしてから蓋板20を金属パンプ11で接続したが、逆に素子と蓋板とを金属パンプ11を介して接続してから容器25に封止しても

たとえば、セラミック製の枠、21' はセラミック製の枠23の上端面に形成された金属パターン、22は、たとえば、セラミック製の底板、24は外部回路への接続端子である。なお、前記の諸図面で説明したものと同等の部分については同一符号を付し、かつ、同等部分についての説明は省略する。本実施例は表面波デバイス素子1を底板22に金属パンプ11を介して接続する例で、その趣旨や効果は前記第1の実施例の場合と同様である。

第5図は本発明の第3実施例を示す図で、前図と同じくデバイスの組立て斜視図(一部断面図)によって分かりやすく図示したものである。

図中、20'' は、たとえば、金属製のキャップ、222はキャップ20''と底板22とを封止接着する金属あるいは樹脂接着材である。本実施例は前記第2実施例とその構成がほぼ同様であり用途に応じて使い分ければよい。

第6図は本発明の第4実施例を示す図で、同図(イ)は素子平面図、同図(ロ)はデバイス断面図である。図中、破線で囲った部分は楕型電極15

よいことは言うまでもない。

第2図は本発明実施例の通過帯域特性を示す図、第3図は従来の弾性表面波フィルタの通過帯域特性を示す図で、いずれも7入力-6出力の同一設計になる素子を使用した場合を対比して示したものである。両者に特性上の差は殆ど認められず、すなわち、本発明の素子とパッケージを用いて実装することにより何らの欠点を招くことなく上記した顕著な効果を得ることができる。

なお、信号線用金属パターン21a、21aと接地用金属パターン21cとの間隔(B)を素子の信号線用金属パンプ11a、11bの巾(A)よりも小さくしておけば、信号線用金属パターン21a、21aと接地用金属パターン21cとの間の導通をチェックすることにより素子の金属パンプとパッケージの金属パターンとの正しい位置合わせが容易に行なえる。

第4図は本発明の第2実施例を示す図で、デバイスの組立て斜視図(一部断面図)によって分かりやすく図示したものである。

図中、20' は、たとえば、金属製の蓋板、23は、

が形成された弾性表面波の伝播路領域を示す。11は接地用のパンプパターンで、入出力用の金属パンプ11a、11bの部分を除く素子周縁部を取り囲むAuなどからなるライン状の盛り上がり部である。

このような接地用パンプパターン111を設けることにより素子のシールド効果を高めることができる。したがって、同図(ロ)に示したごとく金属パターン21を設けた底板22(蓋板20の場合も同様である)に表面波デバイス素子1を金属パンプ11と接地用パンプパターン111を介して接続すれば、その周囲を外装樹脂3で被覆しても素子内部に樹脂が侵入することがなく、また、金属などのキャップがなくても特性上のトラブルを生じることがない。なお、表面波デバイス素子1の動作面の反対側に金属膜を形成してよりシールド効果を高めるようにしてもよい。

第7図は本発明の第5実施例を示す図で、同図(イ)および(ロ)ともに第1実施例の第1図(ニ)に示したパッケージの蓋板(あるいは底板)に形成された接地用の金属パターン21cの変

形例であって、いずれも、接地用の金属パターン 21c を入力側と出力側の 2 つに分離しており、たとえば、入出力間のアイソレーションをよりよくしたいような場合に用いれば有効である。

第 8 図は本発明の第 6 実施例を示す図である。図中、200 は底板 22 (あるいは蓋板 20) の金属パターン 21 に形成された深さ、たとえば、 $10 \sim 20 \mu\text{m}$ の凹部である。このような凹部 200 は金属パターン 21 だけで形成してもよく、または、その下のセラミック基板自体に作り込んでおいてもよい。同図 (1) には表面波デバイス素子 1 の金属パンプ 11 のそれぞれに対応して凹部 200 を形成したものであり、一方、同図 (2) は接地用の金属パンプに用いる長い凹部 200 を中央部に設けた例を示したものである。いずれの場合も接続の際に金属パンプ 11 が対応する凹部 200 に嵌合するので位置合わせが容易で素子の座りがよくなるなどの利点がある。

第 9 図は本発明の第 7 実施例を示す図で、上記第 6 実施例の場合とは逆に、金属パターン 21 に、

工程 (2): 上記処理基板の金属パンプ形成部分 (たとえば、 $100 \sim 200 \mu\text{m}$ □) を除く領域に、たとえば、厚さ $30 \sim 40 \mu\text{m}$ の厚膜レジストパターン 4 を形成する (特願昭 62-244271, 特願昭 62-248059 参照)。

工程 (3): 上記処理基板に接着性をよくするため下地層 5、たとえば、厚さ 25 nm 程度の TaMo 膜を蒸着し、さらに、その上にメッキ下地層となる金属層 6 として、たとえば、厚さ 50 nm 程度の Au 膜を蒸着する。

工程 (4): 上記処理基板の金属層 6 に、たとえば、電気メッキによって厚さ $30 \sim 40 \mu\text{m}$ の Au 膜を積み上げる。

工程 (5): 上記処理基板を、たとえば、アセトンのごとき溶剤で処理して厚膜レジストパターン 4 を除去すれば、図示したごとく本発明に用いる金属パンプ 11 が形成できる。

以上述べた実施例は一例を示したもので、本発明の趣旨に添うものである限り、使用する素材や構成、製造プロセスなど適宜好ましいもの、ある

たとえば、 $20 \mu\text{m}$ 程度の凸部 201 を形成した場合である。前記凹部 200 の場合と同じく凸部 201 は金属パターン 21 だけで形成してもよく、または、その下のセラミック基板自体に作り込んでおいてもよいことは言うまでもない。その効果は上記第 6 実施例の凹部 200 を形成した場合とほぼ同様である。なお、同図 (1) と (2) はそれらの変形例を示したものである。

以上のような金属パンプ 11 を形成するための具体的な例を以下に図示説明する。

第 10 図は本発明におけるパンプ形成方法の例を示す図で主な工程を順に図示したものである。

工程 (1): たとえば、 $36^\circ \text{Y-X LiTaO}_3$ 単結晶からなる圧電体基板 10 の上に、厚さ、たとえば、 $0 \sim 300 \text{ nm}$ の Al-Cu 膜を蒸着し、公知のホトリソグラフィ技術により櫛型電極 15 からなる入出力電極を交互に配列して多電極構成、たとえば、入力側が 5 段、出力側が 4 段構成の表面波伝播路と、各信号側電極指を接続した入力端子パッド 11'a および出力端子パッド 11'b などを形成する。

いはそれらの組み合わせを用いてもよいことは言うまでもない。

(発明の効果)

以上述べたように、本発明によれば表面波デバイス素子 1 の端子パッドに金属パンプ 11 を設けてあるので、パッケージングに際してワイヤボンディングをする必要がなく素子実装が容易になる。とくに、多電極構成型のような場合には有効で、かつ、信頼性が向上する。また、パッケージ 2 にワイヤボンディング用のスペースを設ける必要がないのでデバイス全体が小型化できる。さらに、信号線と接地線の接続の良否がテストなどで簡単にチェックでき、接地用の金属パターン 21c を設けることにより入出力間のアイソレーションが改善され、弾性表面波デバイスの小型化と品質・信頼性の向上に寄与するところが極めて大きい。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の第 1 実施例を示す図、

第 2 図は本発明実施例の通過帯域特性を示す図、
第 3 図は従来の弾性表面波フィルタの通過帯域
特性を示す図、

第 4 図は本発明の第 2 実施例を示す図、

第 5 図は本発明の第 3 実施例を示す図、

第 6 図は本発明の第 4 実施例を示す図、

第 7 図は本発明の第 5 実施例を示す図、

第 8 図は本発明の第 6 実施例を示す図、

第 9 図は本発明の第 7 実施例を示す図、

第 10 図は本発明におけるバンプ形成方法の例を
示す図、

第 11 図は従来の弾性表面波デバイス素子の電極
パターン例を示す図、

第 12 図は従来の弾性表面波デバイスの実装状態
の例を示す図である。

図において、

1 は表面波デバイス素子、2 はパッケージ、

3 は外装樹脂、10 は圧電体基板、

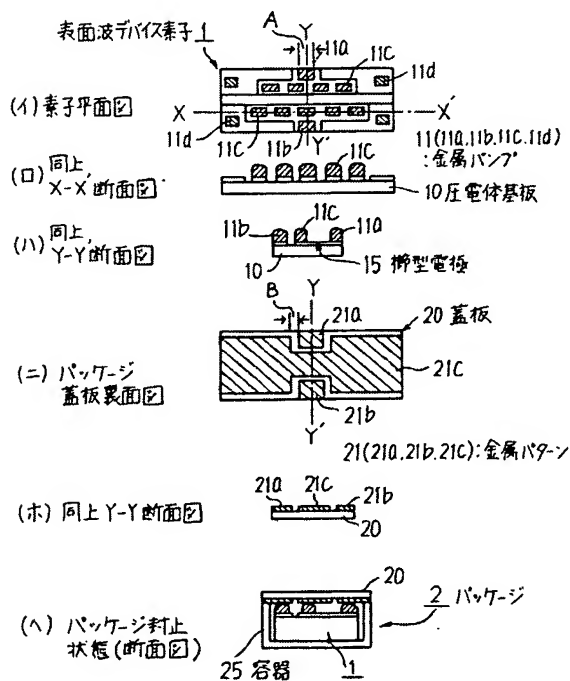
11(11a, 11b, 11c, 11d) は金属バンプ、15 は楕形電
極、20 は蓋板、

21(21a, 21b, 21c) は金属パターン、22 は底板、

25 は容器、111 は接地用バンプパターン、200 は

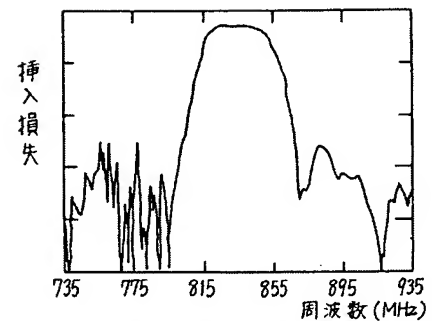
凹部、201 は凸部である。

代理人 弁理士 井 析 貞



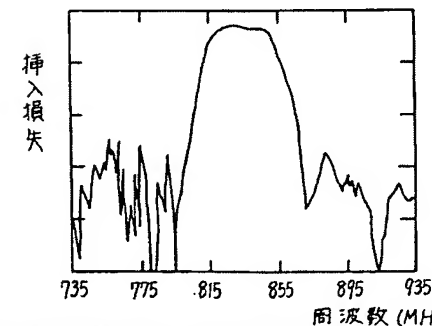
本発明の第 1 実施例を示す図

第 1 図



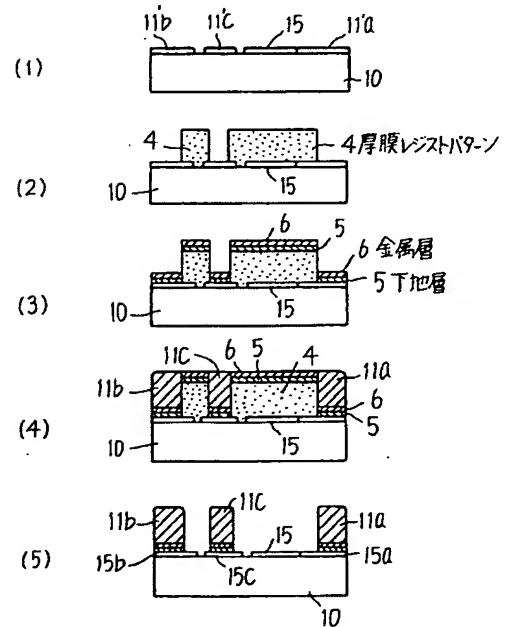
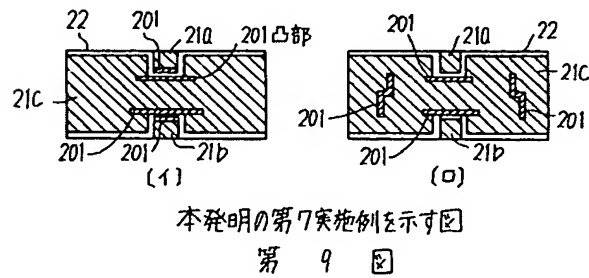
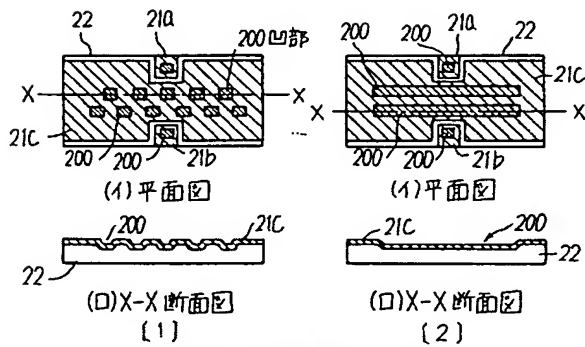
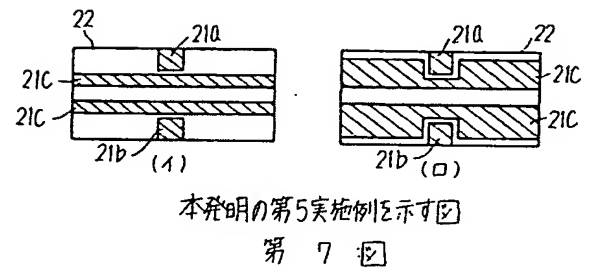
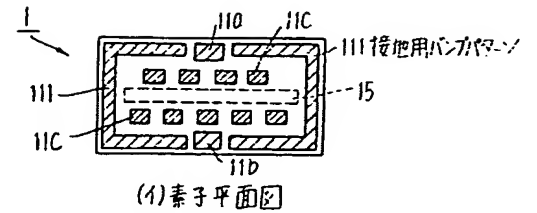
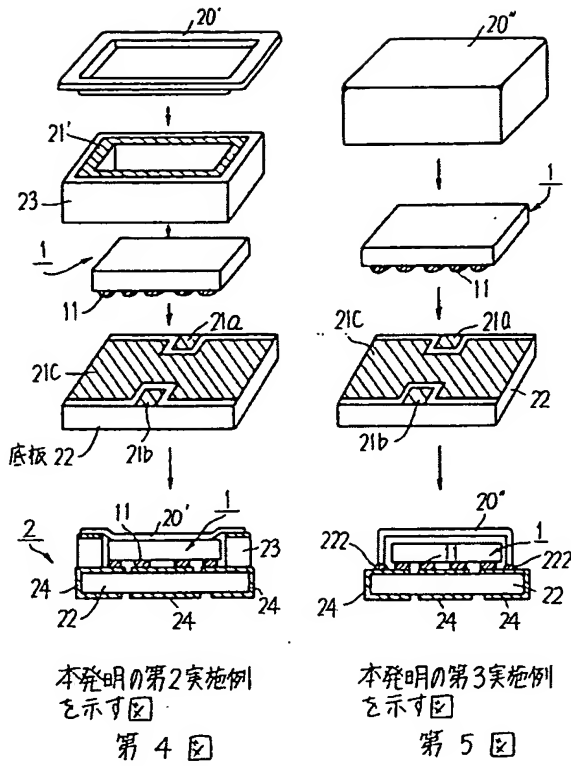
本発明実施例の通過帯域特性を示す図

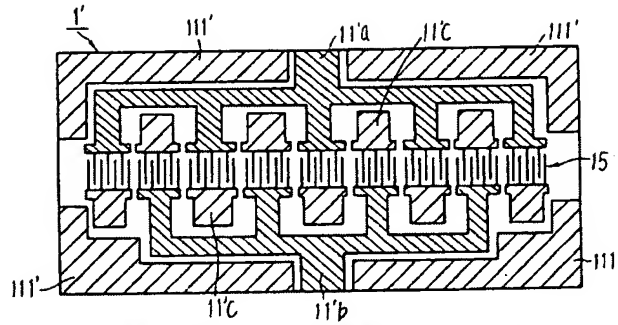
第 2 図



従来の弾性表面波フィルタの通過帯域特性の例を示す図

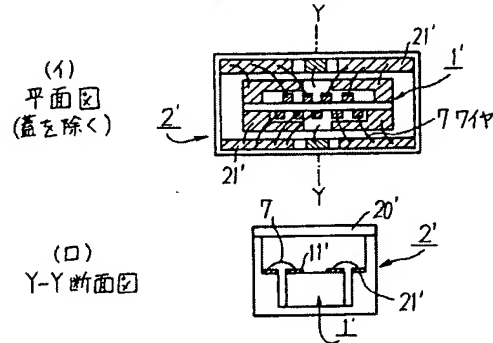
第 3 図





従来の弾性表面波デバイス素子の電極パターン例を示す図

第 11 図



従来の弾性表面波デバイスの実装状態の例を示す図

第 12 図

第 1 頁の続き

②発明者 松田 隆志 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内